ARTICULATA 2000 15(1); 17 - 33 FAUNISTIK

Zum Vorkommen der Östlichen Grille *Modicogryllus frontalis* (Fieber, 1844) in der Steiermark, Österreich (Orthoptera, Gryllidae)

Lisbeth Zechner

Abstract

On the distribution of *Modicogryllus frontalis* (Fieber, 1844) in Styria, Austria (Orthoptera, Gryllidae)

Between 1996 and 1998 in the hillsides of W and E Styria, 381 sites were studied with regard to a potential existence of *Modicogryllus frontalis*. It was found at 170 sites. The Eastern Cricket lives in sand and gravel pits, quarries, ruderal areas, once cut meadows, edges of fields and forests, but also along railway embankments in altitudes of 200 to 475 m as. More than 50 % of all sites with populations of *M. frontalis* are S – SW – WSW facing sites with good solar insolation. The populated locations are sparsely covered with vegetation so that on average the herb layers covers 20 % of the ground, while 80 % is immature soil. The soils of populated sites are full of gaps. Although for most habitats the calculation of total insolation shows excellent conditions of insolation (>140 kcal/cm² and year), which corresponds to the best condition for growing of wine and fruits, temperature measurements taken at five habitats have shown that in Styria sites with strongly differing conditions of temperature are inhabited. In valleys there are high day-time/night-time variations in the temperature of the air and the ground surface, whereas on slopes temperature differences are smaller, due to the higher minima during the night. Distinctly lower temperatures were registered at the N facing observation point. In the border distribution area all records are of railway embankments, a fact which indicates very good microclimatic conditions in this type of habitat. Because many of the sand and gravel pits are threatened by natural succession or recultivation *M. frontalis* can be defined as endangered.

Zusammenfassung

In den Jahren 1996 bis 1998 wurden in der Steiermark (Österreich) insgesamt 381 Untersuchungsflächen (USF) nach Vorkommen der Östlichen Grille *Modicogryllus frontalis* untersucht, wobei die Art auf 170 Flächen festgestellt werden konnte. Sie besiedelt Sand- und Kiesgruben, Steinbrüche, Ruderalflächen, Magerwiesen, Acker- und Waldränder sowie Bahndämme in Seehöhen zwischen 200 und 475 m NN. Mehr als 50 % der Fundorte weisen eine strahlungsbegünstigte Exposition zwischen S – SW – WSW auf. Die besiedelten Teile der Untersuchungsflächen zeichnen sich durch einen sehr geringen Vegetationsdeckungsgrad mit einem mittleren Deckungsgrad der Krautschicht von 20 % (Median) und einem mittleren Rohbodenanteil von 80 % sowie durch eine lückige Bodenbeschaffenheit aus. Obwohl die Berechnung der Besonnungssummen-

werte für den überwiegenden Teil der Fundorte sehr gute bis ausgezeichnete Besonnungsgrade von >140 kcal/cm² und Jahr erbrachte, welche den Gunstlagen für den Wein- und Obstbau entsprechen, ergaben die Temperaturmessungen an fünf Fundorten in verschiedener Lage im Gelände bzw. Exposition, dass in der Steiermark Flächen mit sehr unterschiedlichem Temperaturniveau besiedelt werden. Im Vergleich zu den Riedellagen treten in den Tallagen große aperiodische Tagesschwankungen der Luft- und Bodentemperaturen auf. Ein deutlich tieferes Temperaturniveau zeigte der nordexponierte Messpunkt. Am Rande des Verbreitungsgebietes weisen vermutlich Bahndämme besonders günstige mikroklimatische Bedingungen auf, da dort sämtliche Nachweise aus diesem Habitattyp stammen. Die besiedelten Sand- und Kiesgruben sind v. a. von natürlicher Sukzession und Rekultivierungsmaßnahmen bedroht, so dass die Art trotz der guten Verbreitungssituation als gefährdet eingestuft werden muß.

1 Einleitung

Als kaspisches Faunenelement ist *M. frontalis* von Mittel- und Südrußland über Westasien und Anatolien, Südost- und Osteuropa bis nach Deutschland und Frankreich verbreitet (REDTENBACHER 1900, RAMME 1951, US 1967, 1971, 1992, HARZ 1957, 1969, NAGY 1983, 1990, 1997, NAGY & RÁCZ 1996, DETZEL 1998, AELLEN & THORENS 1997, HELLER et al. 1998, KOCÁREK et al.1999). Aktuelle Funde in Deutschland stammen aus Kali- bzw. Kiesgruben bei Buggingen (Südbaden) sowie aus den Weinbergen bei Dörzbach im Jagsttal in Nordwürttemberg (BRANDT 1997, BUCHWEITZ & TRAUTNER 1997, DETZEL 1998). Mit dem Erstnachweis der Art für Frankreich in der Provence gelang Anfang der 90er Jahre der westlichste Fund, denn aus der Schweiz und aus Italien sind bisher keine Vorkommen bekannt (AELLEN & THORENS 1997, THORENS & NADIG 1997, HELLER et al. 1998).

Von FIEBER (1853) wurde *M. frontalis*, neben Böhmen und Rußland, auch bereits für Österreich angegeben. Die Vorkommen in Österreich beschränken sich allerdings auf die östlichen und südöstlichen Landesteile. Des weiteren sind einige Funde aus dem Drautal in Kärnten bekannt (EBNER 1951, 1958, FRANZ 1961, HÖLZEL 1955). In Niederösterreich liegen aktuell nur einige Nachweise aus dem Weinviertel, Marchfeld und dem Tullnerfeld vor (BERG & ZUNA-KRATKY 1997). Ältere Funde aus dem Burgenland stammen aus dem Neusiedlersee-Gebiet (WERNER 1932, EBNER 1958, SAUERZOPF 1959). Von den Zitzmannsdorfer Wiesen und dem angrenzenden Seedamm fehlen allerdings aktuelle Beobachtungen (KARNER et al. 1992). Im Südburgenland konnte *M. frontalis* in den letzten Jahren v. a. im Hügelland zwischen dem Raab- und Lafnitztal aufgefunden werden (B. Braun, E. Lederer, pers. Mitt.). Über die Vorkommen in der Steiermark, wie auch die Biologie und Habitatansprüche dieser Art ist bisher nur wenig bekannt (FRANZ 1961, DETZEL 1991, 1998). In der vorliegenden Arbeit sollen die Ergebnisse aktueller Kartierungen zur Verbreitung der Östlichen Grille in der Steiermark vorgestellt werden.

2 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet umfasst mit dem Ost- und Weststeirischen Hügel- bzw. Riedelland den Großteil der außeralpinen Bereiche der Steiermark. Die Höhenlage der einzelnen Untersuchungsflächen reicht von 200 m NN bei Bad Radkersburg bis 620 m NN am Demmerkogel im Sausal bzw. 980 m am Rande des Grazer Berglandes.

Nach WAKONIGG (1978) weisen der Fuß des Randgebirges und das Hügelland einheitliche Witterungszüge mit mittleren Jahrestemperaturen von 8 bzw. 9 °C und Julimittel von 15,5 - 17,5 bzw. 18 - ≥19 °C auf. Die Niederschlagsmenge nimmt von SW nach NE ab und beträgt 800-1300 mm. Die Zahl der Frosttage liegt zwischen <100 und 140. Das Hügelland fällt zur Gänze in die colline Laubmischwaldstufe. Die Laubmischwälder bestanden ursprünglich v. a. aus der Hainbuche *Carpinus betulus*, Eichen *Quercus* spp., der Edelkastanie *Castanea sativa* und anderen wärmeliebenden Baumarten, wobei mittlerweile der Fichtenanteil durch Aufforstung durchwegs recht hoch ist (MAURER 1981). Aufgrund der günstigen klimatischen Voraussetzungen werden die geeigneten Expositionen des Hügellandes vorwiegend für den Obst- und Weinbau genutzt, während in den spätfrostgefährdeten Tallagen hauptsächlich Ackerbau betrieben wird. Regelmäßige Vorkommen von Sanden und Kiesen finden sich in der Steiermark hauptsächlich in den Bezirken der Süd- und Oststeiermark, in welchen Quartär- und Tertiärablagerungen verbreitet sind (GRÄF 1984).

3 Material und Methode

Die Auswahl der Untersuchungsflächen zur Erfassung der Verbreitung der Östlichen Grille erfolgte anhand bereits bekannter Fundorte, so dass zu Beginn der Kartierungsarbeiten vor allem Sand- und Kiesgruben sowie Magerwiesen untersucht wurden. Als weitere potentiell besiedelbare Flächen wurden v. a. Bahndämme, Hanganrisse, Wald-, Acker- und Wegränder sowie Fettwiesen kontrolliert. Die Orts- und Höhenangaben der Untersuchungsflächen beziehen sich auf die Österreichische Karte Maßstab 1:50.000.
Von sämtlichen Untersuchungsflächen wurden nach KLEINERT (1992), LANDMANN (1993) und MÜHLENBERG (1993) Parameter, wie der Habitattyp (Sand/Kiesgrube [S/Kgr], Hanganriß [Anriss], Aufschüttung/Ruderalfläche [Aufschü], Steinbruch [Stbr], Mager/Trockenwiese [M/TrW], Mager/Trockenböschung [M/TrBö], Fettwiese [FettW], Weide, Waldrand [Waldrd], Acker und Bahndamm [Bda]), die Flächengröße (bis 100 m², 101-1000 m², 1001-5000 m², 5001 m²-1 ha, 1-5 ha, über 5 ha), die Lage im Gelände (Tallage, Unterhang, Hangmitte, Riedellage), die Exposition, Seehöhe und Hangneigung sowie der Deckungsgrad der Vegetation in 5 - 10 % Klassen erhoben. An den Fundorten von *M. frontalis* (Messpunkt d = 1 m) wurde u. a. der Flächenanteil der verschiedenen Korngrößenklassen (∅ <1 cm, 1-10 cm, 10-50 cm oder >50 cm) geschätzt und die Lückigkeit des Bodens (nicht lückig = ohne Spalten und Risse, wenig lückig = vereinzelte Spalten, Risse bzw. Röhren, lückig = ca. die Hälfte der Fläche mit Hohlräumen, sehr lückig = gesamte Fläche mit Hohlräumen, z. B. Bahndämme, Kiesgruben- und Steinbruchflächen mit kleineren Steinen) erfasst. Zur relativen Quantifizierung

der abiotischen Parameter wurden die Pflanzenarten bestimmt und die Zeigerwerte nach ELLENBERG et al. (1992) ermittelt.

Die Flächen wurden zwischen April und Oktober bei geeigneter Witterung auf Vorkommen von *M. frontalis* kontrolliert. Feststellungen erfolgten v. a. anhand von Sichtbeobachtungen der Larven oder Imagines. Besonders bei dichterer Vegetation konnten vereinzelte Nachweise auch mit Hilfe des Gesanges erbracht werden.

Zur Berechnung der Besonnungsverluste wurde der Besonnungswert nach KAEMPFERT & MORGEN (1952) ermittelt und die entsprechenden Besonnungszahlen sowie Abzüge durch Überhöhung in kcal/cm² und Jahr berechnet (LAZAR 1978). Um die Temperaturansprüche von *M. frontalis* erfassen zu können, wurden für die Temperaturmessungen zwischen Mai 1996 und Mai 1997 fünf maximal 18 km voneinander entfernte Messpunkte mit unterschiedlicher Lage im Gelände sowie Exposition ausgewählt: Gaberling bei St. Peter am Ottersbach (Sand/Kiesgrube, Exp. S, Terrassenfußlage, 260 m NN), Aug (Magerwiese mit Sandanriss, Exp. S, Hangfuß, 300 m NN), Glatzberg (Sand/Kiesanriss, Exp. SW, Riedellage, 390 m NN), Greith bei St. Stefan im Rosental (Sand/Kiesgrube, Exp. N, Riedellage, 400 m NN) und Kirchbach (Sand/Lehmgrube, Exp. W, Unterhang, 340 m NN). Die Messungen erfolgten nur während Schönwetterperioden, da lokalklimatische Gegensätze dann am deutlichsten zur Geltung kommen.
Die Messungen der Minimal- und Maximalwerte (Lufttemperatur in 100 cm Höhe, Bodentemperaturen in 1 und 5 cm Tiefe) wurden mit Hilfe von elektronischen Thermometern mit Maximum/Minimum-Speicherung durchgeführt, wobei der Messfühler zur Messung der Lufttemperatur durch ein weißes, N-S und schräg aufwärts gerichtetes Plastikrohr vor direkter Sonnenbestrahlung geschützt wurde.

Die statistischen Auswertungen wurden mit Excel 5.0 bzw. 97 und SPSS Version 8 unter Benützung einschlägiger Literatur (LORENZ 1992, BÜHL & ZÖFEL 1999, FOWLER & COHEN, o. Jahreszahl) durchgeführt. Zur Beschreibung der Irrtumswahrscheinlichkeit finden die gängigen Signifikanzniveaus (ns nicht signifikant $p > 0,05$, * signifikant $p \leq 0,05$, ** sehr signifikant $p \leq 0,01$, *** höchst signifikant $p \leq 0,001$) Verwendung.

4 Ergebnisse

4.1 Verbreitung

Die Östliche Grille konnte auf 170 Flächen in 145 geographischen Minutenfeldern (1' geogr. Breite x 1' geogr. Länge) festgestellt werden, wobei 381 Flächen in 306 Minutenfeldern kontrolliert wurden (Abb. 1).

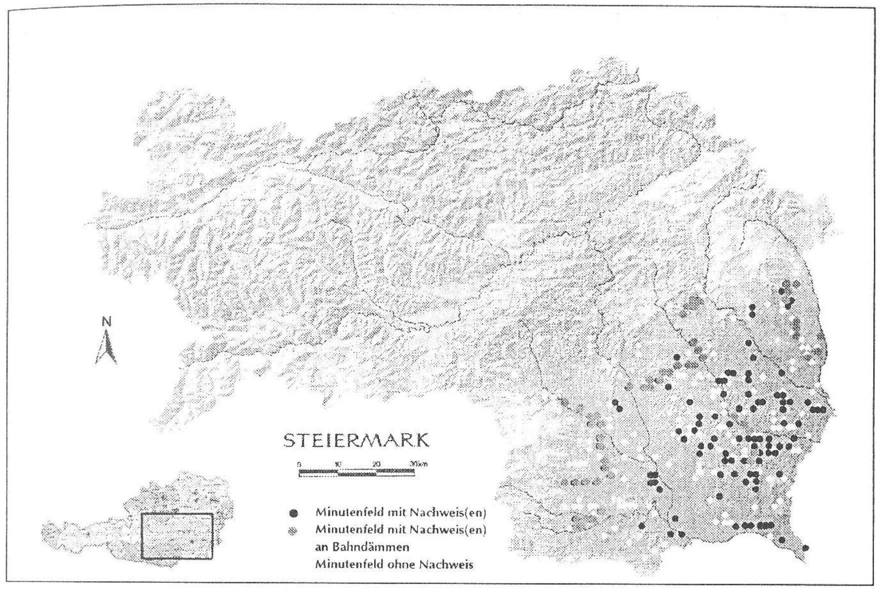


Abb. 1: Übersichtskarte der kontrollierten geographischen Minutenfelder mit ausschließlich negativen Kontrollen bzw. mindestens einem Fundort. Funde ausschließlich entlang von Bahndämmen wurden hervorgehoben.

Die Fundorte verteilen sich über das gesamte Ost- und Weststeirische Hügelland. Im südlichen Teil des Oststeirischen Hügellandes ergaben sich Bearbeitungslücken. In den Hügellagen der (Süd)Weststeiermark und gegen das Randgebirge hin konnten - bei vergleichsweise geringer Zahl an kontrollierten Flächen – nur wenige Nachweise erbracht werden.

4.2 Habitatansprüche

Ein Großteil der Nachweise wurde in Sand- bzw. Kiesgruben und entlang von Bahndämmen erbracht (Stetigkeit >50 %). Mit geringerer Stetigkeit von rund 30 bis 40 % wurden Hanganrisse, Erdaufschüttungen bzw. Ruderalflächen, Mager- und Trockenböschungen bzw. -wiesen besiedelt (Abb. 2).

Auf Äckern, Fettwiesen und in Steinbrüchen war die Nachweisrate mit 10 bis max. 22 % am geringsten, wobei allerdings nur eine kleine Zahl von Flächen kontrolliert wurde. Die Nachsuche auf Äckern erbrachte ausschließlich an Ackerrändern in der Nähe der von *M. frontalis* besiedelten Sandgruben Nachweise.
Die Überprüfung der untersuchten Habitattypen Anriss, Sand/Kiesgrube, Steinbruch, Mager/Trockenwiese, Fettwiese, Acker und Bahndamm ergab einen sehr signifikanten Unterschied in der Zahl der Flächen mit bzw. ohne Nachweis (Chi-Quadrat = 19,955, df = 6, p = 0,003).

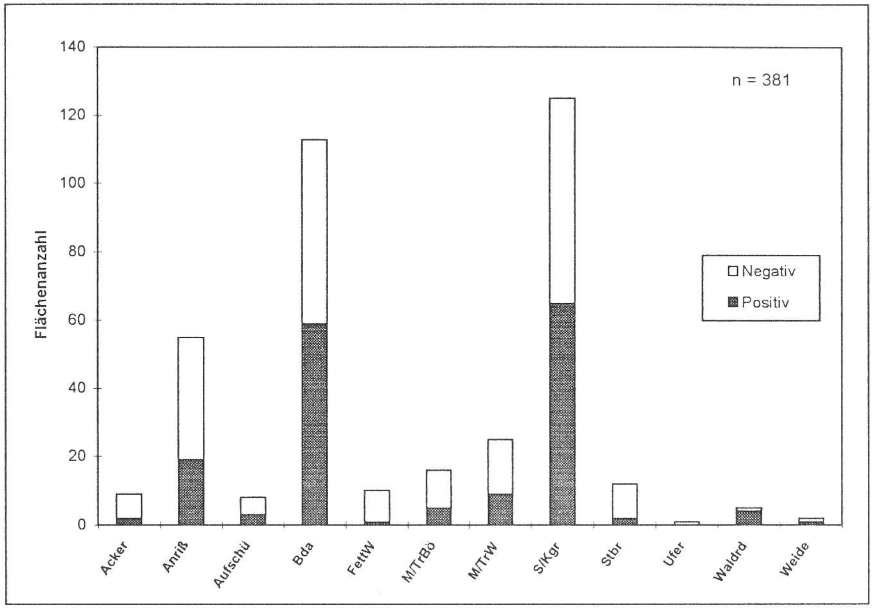


Abb. 2: Untersuchungsflächen mit bzw. ohne Nachweis von *M. frontalis*, getrennt nach Lebensraumtypen.

Die Nachweise von *M. frontalis* stammen aus Seehöhen zwischen 200 m bis maximal 475 m NN, wobei Flächen bis in eine Seehöhe von 620 m und eine Fläche in 980 m NN aufgesucht wurden. Letztere ist in Abb. 3 aus Darstellungsgründen nicht berücksichtigt. Da auf höher gelegenen Untersuchungsflächen keine Nachweise erbracht werden konnten, zeigt sich bei der Besiedlungsrate ein signifikanter Unterschied zwischen Flächen mit bzw. ohne Nachweis (U-Test p = 0,017). Rund 80 % aller Nachweise liegen in einer Seehöhe zwischen 250 m und 400 m NN.

Der Deckungsgrad der Baum- wie auch der Strauchschicht ist auf sämtlichen Untersuchungsflächen sehr niedrig, Flächen mit fehlendem Nachweis zeigen aber einen im Mittel sehr signifikant höheren Deckungsgrad der Krautschicht (35 gegenüber 20 % bei Flächen mit Nachweis) (U-Test p = 0,002) bzw. einen sehr signifikant geringeren Deckungsgrad des Rohbodens (50 gegenüber 75 %, U-Test p < 0,001) auf (Abb. 4).

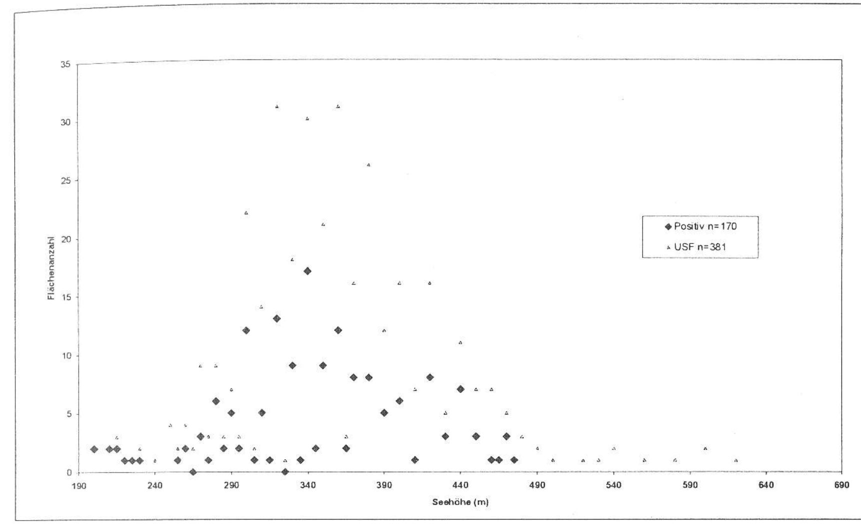


Abb. 3: Seehöhe aller Untersuchungsflächen (USF) und der Flächen mit Nachweis.

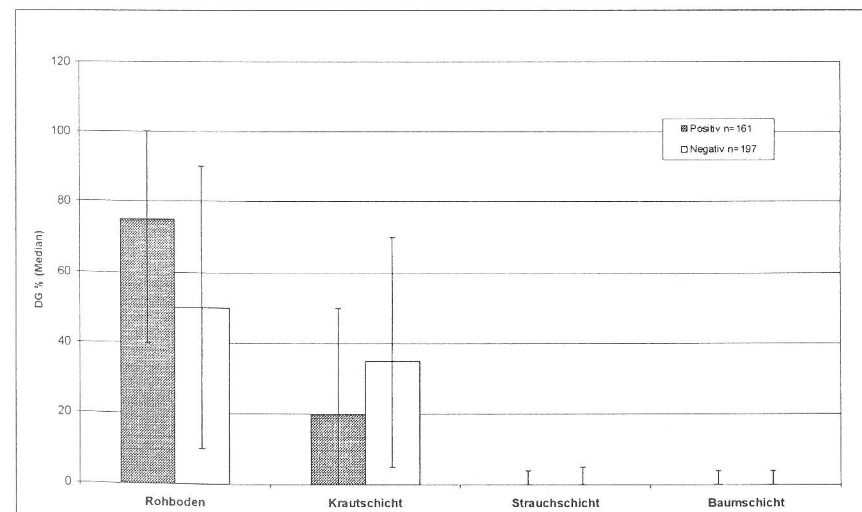


Abb. 4: Mittlerer Deckungsgrad (Median, unteres und oberes Quartil) der Baum-, Strauch- und Krautschicht sowie des Rohbodens auf Flächen mit und ohne Nachweis von *M. frontalis*.

Die mittleren Feuchtezahlen der Fundorte reichen von Trockniszeigern (ZW 3) bis zu Frische-Feuchtezeigern (ZW 6). Die Stickstoffzahlen weisen auf ein breites Spektrum der Mineralstoffversorgung der Flächen hin, das von stickstoffarmen Standorten (ZW 3) bis zu ausgesprochenen Stickstoffzeigern (ZW 8) reicht.

Auf einem Großteil der Untersuchungsflächen (rund 45 %) herrscht ein hoher Kiesanteil vor, wie dies die Zahl an untersuchten bzw. besiedelten Kiesgruben und Bahndämme erwarten läßt. Nach den vorliegenden Ergebnissen werden insbesonders Flächen mit lückig bis sehr lückigen Substraten bevorzugt besiedelt (67 % aller Flächen mit Nachweis), wobei die Erfassungsmethode nur grobe Rückschlüsse zuläßt.

Sieben der insgesamt 82 Flächen mit Nachweisen von *M. frontalis*, für welche die Besonnungssummenwerte errechnet wurden, weisen einen niedrigen Besonnungsgrad von ≤70 bis ≤90 kcal/cm² und Jahr auf. Ein Großteil der Flächen (55 %) erreicht aber sehr gute bis ausgezeichnete Besonnungsgrade von >140 kcal/Jahr, welche den Gunstlagen für die landwirtschaftliche Nutzung mit Weinkulturen und Obstbau entsprechen.

Die gemessenen Lufttemperaturminima spiegeln großteils die allgemeine Unterschiede zwischen Tal- und Riedellagen wider. In Tallagen ist die Kaltluftgefährdung am größten und die tiefsten Minima wurden daher in Gaberling mit -20,4 °C im Dezember bzw. 8,7 °C im Mai gemessen. Dagegen wurden in Greith, trotz N-Exposition häufig die vergleichsweise höchsten Minimalwerte erreicht (Dezember –16,0 °C, Mai 12,9 °C), da es in Hanglagen während der Nachtstunden nicht zur Bildung von Kaltluftseen kommt. Bezüglich der maximalen Lufttemperaturen zeigte sich kein genereller Unterschied zwischen den Tal- und Riedellagen. Wichtige Parameter, welche die Temperaturverhältnisse und den Grad der Überwärmung beeinflussen, sind hingegen besonders die Exposition und Neigung sowie die Windoffenheit der Flächen. Die maximalen Lufttemperaturen wurden während der Meßperiode in den Monaten Mai bis August mit 30 °C (Greith), 32 °C (Gaberling) bzw. mit rund 33 °C in Aug, Glatzberg und Kirchberg erreicht. Durch den schlechten Besonnungsgrad wurden besonders auf der N-exponierten Fläche in Greith deutlich geringere Maximalwerte festgestellt. Auch die Maximalwerte der Bodentemperatur in 1 cm Tiefe blieben in Greith mit 35,2 bzw. 29,5 °C im Mai bzw. August am niedrigsten. Die höchsten Maxima in 1 cm Tiefe stammen zum überwiegenden Teil vom S-exponierten und windgeschützten Meßpunkt Gaberling (z. B. Mai 43,2 °C, August 36 °C). Im Dezember wurden bei großteils geschlossener Schneedecke für alle Meßpunkte Maximalwerte zwischen 0,4 und 4 °C in 1 cm Tiefe gemessen. Die Schneebedeckung bewirkt eine Angleichung der Temperaturen, so dass bei den Maxima in diesem Monat die geringsten Unterschiede zwischen den einzelnen Meßpunkten auftraten. Sie lassen bei Schneebedeckung auf ausgeglichene und ähnliche Temperaturbedingungen während der Diapause der Grillen schließen. Im Februar wurden in Greith bei geschlossener Schneedecke nur 0,2 °C erreicht,

während in Gaberling bei schneefreien Verhältnissen bereits 17,1 °C gemessen wurden.

Insgesamt sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Meßpunkten bei den Bodentemperaturminima weitaus geringer als bei den Maximaltemperaturen. Auch am N-exponierten Meßpunkt Greith zeigten sich keine deutlich niedrigeren Werte. Während der Monate Mai, Juli und August erreichten die Temperaturminima in 1 cm Tiefe an allen Meßpunkten großteils Werte um 15 °C. Auch bei geschlossener Schneedecke zeigten sich im Dezember zwischen den einzelnen Meßpunkten bei den Minimaltemperaturen nur sehr geringfügige Unterschiede (0 - 0,6 °C in 1 cm Tiefe; 0,1 - 1 °C in 5 cm Tiefe). Infolge unterschiedlicher Schneeverhältnisse kamen jedoch im Februar etwas größere Unterschiede zwischen den Meßwerten zustande (–0,8 bis 1,1 °C).

4.3 Gefährdung

Der Grad der Gefährdung hängt vom Habitattyp ab. Für nicht aufgelassene Bahnstrecken besteht keine unmittelbare Gefährdung, während Anrisse und Sand/Kiesgruben maßgeblich durch die natürliche Sukzession nach Aufgabe der Nutzung oder durch Rekultivierungsmaßnahmen betroffen sind. Für kleinflächige Anrisse und Mager/Trockenwiesen bzw. -böschungen spielt besonders der Dünger- bzw. Pestizideintrag von umliegenden, landwirtschaftlich intensiv genutzten Flächen eine größere Rolle. Für einen Großteil der besiedelten Flächen besteht allerdings keine unmittelbare Gefährdung. Zu den kurz- bis mittelfristig bedeutsamen Hauptgefährdungsursachen zählen Verbuschung (rund 25% der besiedelten Flächen), Verkrautung (15%) sowie Eutrophierung der Flächen durch Düngereintrag (20 %).

Ein Großteil der 172 zusätzlich kontrollierten und nicht mehr besiedelbaren Sand/Kiesgruben („Negativflächen") ist durch natürliche Sukzession (mind. 47 %) oder Rekultivierung (mind. 31 %) als potentieller Lebensraum für die Östliche Grille verlorengegangen.

5 Diskussion

5.1 Verbreitung

Aus der Steiermark lagen von *M. frontalis* bisher nur ältere und vereinzelte Funde S Graz und aus der Oststeiermark vor (Franz 1961). Im Rahmen orthopterologisch-faunistischer Untersuchungen konnte die Art in den 90er Jahren am Flugfeld Graz-Thalerhof, in der Weststeiermark, in den Murauen an der Grenze zu Slowenien sowie bei Bad Gleichenberg festgestellt werden (K. Adlbauer, G. Derbuch, E. Jantscher, pers. Mitt.). Die vorliegende Untersuchung erbrachte durch eine gezielte Kartierung dieser Art weitere 170 Nachweise für die Steiermark, die sich v. a. auf das Oststeirische Hügelland, das Murtal und die Tallagen in der Weststeiermark verteilen. Demnach liegt der Verbreitungsschwerpunkt von *M. frontalis* in der Südoststeiermark. Nachweise aus den Riedellagen des Weststeirischen Hügellandes fehlen zur Gänze. Aus diesem Bereich liegen nur Funde in Tallagen entlang der Bahndämme vor. Nachweise abseits von Bahndämmen

fehlen auch aus den nördlichen bzw. nordöstlichen Bereichen des Oststeirischen Hügellandes, wobei zwei Ursachen dafür in Betracht gezogen werden: Einerseits könnte der Mangel an geeigneten Lebensräumen, wie Sand- und Kiesgruben, v. a. in der Weststeiermark eine Ursache für das Fehlen der Art im Hügelland sein (GRÄF 1984), denn in diesem Bereich konnten nur wenige geeignete Flächen für eine Kontrolle gefunden werden. Andererseits könnten die unterschiedlichen klimatischen Voraussetzungen in einzelnen Teilen des Steirischen Hügellandes eine weitere Ursache für das lückenhafte Auftreten in der Weststeiermark sein (vgl. Kap. 5.2).

5.2 Habitatansprüche

Es zeigte sich, dass *M. frontalis* im oststeirischen Hügelland unterschiedlichste Lebensräume mit einem geringen Deckungsgrad der Vegetation unabhängig von der Lage im Gelände, der Exposition und der Größe besiedelt, während die Art auf Flächen mit dichterer Vegetation, wie Fettwiesen, nur selten gefunden wurde. Das regelmäßige Vorkommen entlang von Bahndämmen war bisher unbekannt. Da die Auswahl der Flächen bezüglich des Habitattyps im Rahmen dieser Untersuchung nicht zufallsmäßig, sondern gezielt erfolgte, zeigen die einzelnen Untersuchungsflächen große Ähnlichkeit bezüglich der berücksichtigten Parameter Exposition, Lage im Gelände oder Größe, so dass nicht auszuschließen ist, dass die Art auch auf weiteren Untersuchungsflächen vorkommt (Tab. 1). Besonders kleine Vorkommen sind leicht zu übersehen und durch ihren unregelmäßigen Gesang ist *M. frontalis* auch akustisch nur schwer nachweisbar.

In älteren Werken wird die Östliche Grille z.B. als Bewohner von steinigen grasigen Hügeln, verbuschten Lichtungen, steinigem und mit niedrigem Gebüsch bewachsenem Boden, offenen Lößabhängen sowie Trockenwiesen genannt (FIEBER 1853, BRUNNER VON WATTENWYL 1882, PUNGUR 1891, REDTENBACHER 1900, FRANZ 1931, ROLLER 1936, EBNER 1951). Nach HARZ (1957) zählt *M. frontalis* zu den xerophilen Arten und kommt auf Steppenheiden, pontischen Hügeln, Weinbergen, Steinhaufen und auch auf sandig-lehmigen Böden, gemeinsam mit *Gryllus campestris*, vor. FRANZ (1961) bezeichnet sie als xerotherme Art, die trockene Wiesen und Äcker bewohnt, Wälder meidet, aber auch in der Kultursteppe vorkommt. Für Baden-Württemberg wird die Östliche Grille in DETZEL (1998) als Bewohner von Weinbergen und Kiesgruben genannt. In Niederösterreich fanden sich die Tiere im Tullnerfeld in lückiger Ruderalflur inmitten eines ausgedehnten Schotterabbaugebietes und im Weinviertel in einer durch Lößabhänge reich gegliederten Acker/Weingartenlandschaft. Im Burgenland liegen Funde aus Trockenrasen, Hutweiderelikten, sandigen Abbauflächen sowie von Waldrändern mit lückiger Vegetationsbedeckung vor (BERG & ZUNA-KRATKY 1997). Ähnlich wie in der Steiermark wurde die Östliche Grille im Südburgenland v. a. in Sandgruben, auf mehrschürigen Magerwiesen, an Waldrändern, auf Kahlschlägen, Wegböschungen und auf Äckern gefunden (B. Braun, E. Lederer, pers. Mitt.).

Tab. 1: Zusammenfassung der untersuchten Parameter mit Signifikanzniveau bei Überprüfung zwischen Flächen mit und ohne Nachweis der Östlichen Grille. DG % = Deckungsgrad in %.

Parameter	Signifikanzniveau
Habitattyp	$p \leq 0{,}01$
Flächengröße	ns
Lage im Gelände	ns
Seehöhe	$p \leq 0{,}05$
Exposition	ns
DG % Baumschicht	ns
DG % Strauchschicht	ns
DG % Krautschicht	$p \leq 0{,}01$
DG % Rohboden	$p \leq 0{,}001$
Bodenart	$p \leq 0{,}001$
Bodenlückigkeit	$p \leq 0{,}01$

Für die Besiedlung von Flächen durch *M. frontalis* dürfte neben einer ausreichenden Besonnung und damit verbundenen thermischen Begünstigung v. a. auch das Vorhandensein eines Lückensystems und der geringe Vegetationsdeckungsgrad entscheidend sein. Hierin zeigte sich, wie in der Höhenverteilung, ein signifikanter Unterschied zwischen Flächen mit bzw. ohne Nachweis von *M. frontalis* in der Steiermark (Tab. 1). Die Nachweise stammen v. a. von Flächen mit sandigem oder kiesigem Substrat, während Funde auf Flächen mit höherem Feinerde- und Humusanteil signifikant seltener gelangen. Die Bevorzugung des Lückensystems wurde auch entlang der Bahndämme beobachtet. Stridulierende Tiere konnten ausschließlich im Schotterkörper oder im oberen, unmittelbar anschließenden Bereich der Dämme festgestellt werden. Beobachtungen aus Dammbereichen mit dichter Vegetation und Humusauflage fehlen hingegen. Auch die aus Baden-Württemberg bekannten historischen und aktuellen Fundorte sind durch ein vorhandenes Lückensystem, das durch Kies oder Felsschutt gebildet wird, gekennzeichnet (vgl. DETZEL 1998). In der Oberrheinebene wurde die Östliche Grille nach BRANDT (1997) in feinerdearmem, nur gering bewachsenem, lockerem Kies mit einem Deckungsgrad der Krautschicht von < 5 % mit Ruderalvegetation gefunden. Alle Vorkommen wurden im Bereich ESE- bis SE-exponierter, meist konkaver Halden festgestellt. In Nordwürttemberg werden vegetationsarme bis –freie, stark hanggeneigte, voll besonnte und bewirtschaftete Rebflächen mit senkrecht verlaufenden Rebzeilen auf Kalkscherbenböden besiedelt. Neben der vollen Besonnung der Flächen ist für eine Besiedlung mit großer Wahrscheinlichkeit das Vorhandensein eines ausgeprägten Lückensystems zwischen den Kalksteinen entscheidend. Durch regelmäßige, zweimal jährlich stattfindende Herbizidbehandlung der Rebflächen bleiben

vegetationsarme Flächen über längere Zeiträume bestehen (BUCHWEITZ & TRAUTNER 1997). Ähnliches gilt für in Betrieb stehende Bahnanlagen und -dämme in der Steiermark, die durch meist einmal pro Jahr stattfindenden Herbizideinsatz offen gehalten werden, während aufgelassene Dämme durch zunehmende Verbuschung im Laufe der Zeit als Lebensraum für die Östliche Grille ungeeignet werden. So konnte die Art im Rahmen der spinnenkundlichen Untersuchung entlang des 1967 aufgelassenen Bahndammes im Sulmtal nur mehr an der offensten Stelle mit Resten des Schotterkörpers gefunden werden (JANTSCHER 1997, E. Jantscher, pers. Mitt.).

Zur Höhenverbreitung der Östlichen Grille liegen bisher nur wenige Angaben vor (vgl. EBNER 1951, FRANZ 1961, HÖLZEL 1955, NAGY & RÁCZ 1996). In Baden-Württemberg zeigt *M. frontalis* eine ähnliche Höhenverbreitung wie in der Steiermark. Die wenigen, dort bekannten Vorkommen liegen in Höhen von 204 m, 280 - 300 m und ca. 470 m NN (DETZEL 1998). In der Steiermark weisen die in über 500 m Seehöhe gelegenen Flächen, z. B. am Fuße des Randgebirges, mit geringeren mittleren Juli- und Jahrestemperaturen, einer deutlich geringeren Zahl an Sommertagen (Tage mit Temperaturmaxima ≥ 25 C) und einer relativ langen Dauer der Schneedecke vermutlich zu ungünstige klimatische Bedingungen auf.

Ein Großteil der steirischen Funde stammt von S- bis WSW-exponierten, leicht geneigten und daher wärmebegünstigten Flächen. Auch in Baden-Württemberg wird *M. frontalis* als wärmeliebende Art beschrieben, da sich die Vorkommen auf überwiegend S-exponierte Böschungen in Weinbergslagen, stark geneigte, südexponierte Rebflächen sowie auf besonnte Bereiche innerhalb von Abbaustätten beschränken. Im Süden Polens ist die Östliche Grille ausschließlich an xerothermen Stellen, gemeinsam mit anderen wärmeliebenden Arten, zu finden (DETZEL 1998).

Die errechneten Besonnungssummenwerte der Fundorte zeigen eine große Spannweite. Obwohl ein Großteil der von *M. frontalis* besiedelten Flächen sehr gute bis ausgezeichnete Besonnungsverhältnisse aufweist, sind auch einige wenige besiedelte Flächen bekannt, die einen (sehr) schlechten Besonnungsgrad aufweisen. Diese finden sich jedoch im mittleren oder oberen Hangbereich, wo es während der Nachtstunden zu keiner extremen Abkühlung kommt, da die Kaltluft abfließen kann, und somit starke aperiodische Tagesschwankungen der Temperatur ausbleiben (z. B. Meßpunkt Greith).

An den fünf ausgewählten Meßpunkten spielen, neben Unterschieden in der Substratbeschaffenheit (unterschiedlicher Sand-, Kies- bzw. Lehmanteil), v. a. die Lage und Exposition eine entscheidende Rolle, während der Vegetationsdeckungsgrad – mit Ausnahme von Glatzberg – überall ähnlich gering ist. Die Östliche Grille gilt allgemein als wärmeliebend und lebt in der Steiermark an der Westgrenze ihrer Verbreitung, so dass davon ausgegangen werden kann, dass v. a. wärmebegünstigte Flächen besiedelt werden.
Nach den vorliegenden Temperaturmessungen besiedelt die Östliche Grille in der Steiermark Flächen mit einem sehr unterschiedlichen Temperaturniveau und

dürfte daher auch am Rande ihres Verbreitungsgebietes weit weniger stenotherm (stenotop) sein als bisher angenommen wurde. Temperaturschwankungen scheinen für die Art kein Problem zu sein, da in den Tallagen große aperiodische Tagesschwankungen der Lufttemperatur auftreten. Durch den großteils geringen Vegetationsdeckungsgrad der besiedelten Flächen erwärmt sich die Bodenoberfläche je nach Wärmeleitfähigkeit des Bodentyps sehr stark, während es nachts zu einer deutlichen Abkühlung kommt. Geringere Schwankungsbreiten sind in Hang- und Riedellagen zu erwarten. Zu einer Abschwächung der Temperaturextreme kommt es auch bei der Zunahme des Vegetationsdeckungsgrades.

Ein vergleichsweise tiefes Temperaturniveau mit einer geringen Schwankungsbreite zeigt der N-exponierte Meßpunkt Greith. Er weicht dadurch deutlich von den anderen Meßpunkten ab. Die Temperatursummen reichen aber offensichtlich für eine dauerhafte Besiedlung dieser Flächen durch *M. frontalis* aus. Die auf den fünf Meßpunkten festgestellten Bodentemperaturminima und -maxima während des Sommerhalbjahres mit einer Spannweite zwischen rund 14 - 17 °C und 30-43(49) °C in 1 cm Tiefe bzw. zwischen 15 - 18 °C und 26 - 39 °C in 5 cm Tiefe liegen offensichtlich in einem Temperaturbereich, welcher für die Eientwicklung von *M. frontalis* ausreichend ist. Möglicherweise kommt es jedoch unter ungünstigen thermischen Bedingungen zur Verlängerung des normalerweise einjährigen Entwicklungszyklus auf zwei Jahre (ZECHNER 1999).

Verbreitungslücken bzw. fehlende Nachweise im Weststeirischen Hügelland und den nordöstlichen Teilen des Oststeirischen Hügellandes ergeben sich wahrscheinlich durch das Fehlen geeigneter Lebensräume (vgl. Kap. 5.1). Vermutlich spielen aber auch klimatische Unterschiede eine Rolle. Der Großteil der Vorkommen abseits von Bahndämmen beschränkt sich auf die klimatisch begünstigte Gebiete der Oststeiermark, die eine mittlere Temperatur im Juli von 19 °C bzw. eine mittlere Jahrestemperatur von 9 °C aufweisen (WAKONIGG 1978). Die ebenfalls thermisch begünstigten Bereiche im Weststeirischen Hügelland und in den südlichen Teilen des Grabenlandes in der Oststeiermark weisen dagegen höhere Niederschlagsmengen auf. Durch die höheren Niederschlagsmengen sowie die höhere Zahl der Tage mit Schnee- bzw. Winterdecke ergeben sich möglicherweise ungünstigere Bedingungen. Hingegen herrschen entlang der Bahndämme durch die hohe Erwärmung bei Besonnung, das rasche Abtrocknen nach Niederschlägen sowie die kurze Dauer der Schneedecke offensichtlich ideale Voraussetzungen für die Östliche Grille, so dass die Vorkommen über die 19 °C Juli-Isotherme hinausreichen.

5.3 Gefährdung

Gefährdungsfaktoren für Abbaustellen ergeben sich v. a. durch die Änderungen der Abbaumethoden, welche die Entwicklung von unterschiedlichen Teillebensräumen erschweren, sowie durch die unterschiedlichen Nutzungsansprüche bzw. Interessen der Besitzer und verschiedener gesellschaftlicher Gruppen (GILCHER & BRUNS 1999). Hauptgefährdungsursachen nach Auflassung sind die Rekultivierung für wirtschaftliche Zwecke oder nach landschaftsästhetischen Gesichtspunkten sowie die Freizeitnutzung, das Einwehen bzw. –schwemmen von

Dünger aus intensiv genutztem Umland, die Zerstörung durch Auffüllung oder die Beeinträchtigung durch Müllablagerung (WARTNER 1983, BLAB 1993). Eine ausführliche Abhandlung über Konflikte zwischen verschiedenen Folgenutzungsansprüchen geben GILCHER & BRUNS (1999).

Die in der Steiermark untersuchten Anrisse und Sand/Kiesgruben sind v. a. durch die fortschreitende Sukzession nach Nutzungsaufgabe und in geringerem Ausmaß durch Aufforstung (Rekultivierung) betroffen. Auch in Baden-Württemberg sind die fortschreitende Vegetationssukzession in der Kiesgrube bei Buggingen und die Aufgabe der Bewirtschaftung bzw. Nutzungsänderung bei Dörzbach (Kiesgrube) die primären Gefährdungsfaktoren für die Östliche Grille. Ein Mindestmaß an Dynamik zur Offenhaltung des Bodens ist daher notwendig (DETZEL 1998).
Die Östliche Grille ist in der Steiermark durch die Auflassung kleinerer Sand- und Kiesentnahmestellen und dem damit verbundenen Rückgang von besiedelbaren Flächen gefährdet. Bahndämme dürften daher zum Erhalt der Populationen und als lineare Ausbreitungsstrukturen eine maßgebliche Rolle spielen.

Danksagung

Ich danke den Betreuern meiner Doktorarbeit, Herrn Univ.-Prof. Dr. Günter Fachbach und Herrn Univ.-Prof. Dr. Reinhold Lazar, für ihre fachliche und mentale Unterstützung, aber auch allen anderen Personen, die zum Entstehen der Arbeit beigetragen haben. Daten über Lockergesteinsvorkommen und Steinbrüche wurden vom Landesmuseum Joanneum (Dr. Ingomar Fritz), Unterlagen zum Vorkommen von Trocken- und Magerwiesen (Biodigitop) von der Abteilung für Naturschutz, Rechtsabteilung 6, Amt der Steiermärkischen Landesregierung (Dr. Andrea Krapf) zur Verfügung gestellt. Die Bestimmung der Pflanzen wurde z. T. von Herrn Mag. Dr. Detlef Ernet, Steiermärkisches Landesmuseum Joanneum, Graz, und Herrn Ost.R. Mag. Helmut Melzer, Zeltweg, durchgeführt. Die Arbeit wurde durch ein Förderungsstipendium der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Graz finanziell unterstützt.

Verfasserin:
Mag. Dr. Lisbeth Zechner
Karl Franzens-Universität Graz
Institut für Zoologie
Universitätsplatz 2
A-8010 Graz
email: lisbeth.zechner@kfunigraz.ac.at

6 Literatur

AELLEN, V. & THORENS, P. (1997): *Modicogryllus frontalis* (Fieber, 1844), un nouveau Grillon pour la faune française découvert dans le Var (*Orthoptera, Gryllidae*). - L'Entomologiste 53(6): 241-246.

BERG, H.-M. & ZUNA-KRATKY, T. (1997): Rote Listen ausgewählter Tiergruppen Niederösterreichs —Heuschrecken und Fangschrecken (Insecta: Saltatoria, Mantodea), 1. Fassung 1995. NÖ Landesregierung, Abteilung Naturschutz, Wien; 112 S.

BLAB, J. (1993): Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere. Ein Leitfaden zum praktischen Schutz der Lebensräume. Kilda-Verlag, Bonn-Bad Godesberg; 479 S.

BRANDT, D. (1997): Einige Beobachtungen zu Vorkommen, Ökologie und Biologie der Östlichen Grille *Modicogryllus frontalis* (Fieber, 1844) in Kiesgruben der Südlichen Oberrheinebene. - Articulata 12(2): 211-218.

BRUNNER VON WATTENWYL, C. (1882): Prodromus der europäischen Orthopteren. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig.

BUCHWEITZ, M. & TRAUTNER, J. (1997): In vino veritas? Zum Vorkommen der Östlichen Grille *Modicogryllus frontalis* (Fieber, 1844) im Jagsttal (Baden-Württemberg). - Articulata 12(2): 201-209.

BÜHL, A. & ZÖFEL, P. (1999): SPSS Version 8. Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows. 5., überarbeitete und erweiterte Auflage, Addison-Wesley Longman Verlag GmbH, Bonn; 672 S.

DETZEL, P. (1991): Ökofaunistische Analyse der Heuschreckenfauna Baden-Württembergs (Orthoptera). Diss. Univ. Thübingen; 365 S.

DETZEL, P. (1998): Die Heuschrecken Baden-Württembergs. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart; 580 S.

EBNER, R. (1951): Kritisches Verzeichnis der orthopteroiden Insekten von Österreich. - Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien 92: 143-165.

EBNER, R. (1958): Nachträge und Ergänzungen zur Fauna der Orthopteroidea und Blattoidea von Österreich. - Entomol. Nachrichtenblatt Österr. u. Schweizer Entomologen 10: 6-12.

ELLENBERG H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & PAULISSEN, D. (1992): Zeigerwerte der Pflanzen in Mitteleuropa. 2., verbess. u. erweit. Aufl. Scripta Geobotanica, Univ. Göttingen; 258 S.

FIEBER, X. (1853): Synopsis der europäischen Orthopteren. Lotus, Zeitschrift für Naturwissenschaften 3: S. 235.

FOWLER, J. & COHEN, L. (o. J.): Statistics for Ornithologists. BTO Guide 22; 150 S.

FRANZ, H. (1931): Über die Bedeutung des Mikroklimas für die Faunenzusammensetzung auf kleinem Raum. (Ökologische Beobachtungen aus der Umgebung von Zurndorf im nördlichen Burgenland.). - Zeitschr. f. wissensch. Biol. Abt. A, Morphologie und Ökologie 22: 587-628.

FRANZ, H. (1961): Überordnung Orthopteroidea. In: FRANZ H. Die Nordost-Alpen im Spiegel ihrer Landtierwelt, 2. Universitätsverlag Wagner, Innsbruck: 13-55.

GILCHER, S. & BRUNS, D. (1999): Renaturierung von Abbaustellen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart; 355 S.

GRÄF, W. (1984): Systematische Erfassung von Lockergesteinen in der Steiermark. Kiese – Sande – Tone – Lehme. Teil I, Bestandsaufnahme und Istzustandserhebung. Forschungsgesellschaft Joanneum; 128 S.

HARZ, K. (1957): Die Geradflügler Mitteleuropas. Fischer Verlag, Jena; 494 S.

HARZ, K. (1969): Die Orthopteren Europas I. Series Entomologica Bd. 5. Dr. W. Junk N. V. The Hague; 749 S.

HELLER, K.-G., KORSUNOVSKAYA, O., RAGGE, D. R., VEDENINA, V., WILLEMSE, F., ZHANTIEV, R. D. & FRANTSEVICH, L. (1998): Check-List of European Orthoptera. - Articulata, Beiheft 7: 1-61.

HÖLZEL, E. (1955): Heuschrecken und Grillen Kärntens. - Carinthia II, 19. Sonderheft, 112 S.

JANTSCHER, E. (1997): Ökofaunistische Untersuchungen an Spinnen des aufgelassenen Sulm-tal-Bahndammes in der Südweststeiermark (Arachnida, Araneae). - Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 127: 115-125.

KAEMPFERT, W. & MORGEN, A. (1952): Die Besonnung. Diagramme der solaren Bestrahlung verschiedener Lagen. - Zschr. Met. 6(5): 138-146.

KARNER, E., RANNER, A. & ZUNA-KRATKY, T. (1992): Zur Heuschreckenfauna der Zitzmannsdorfer Wiesen und des angrenzenden Seedammes (Neusiedler See, Burgenland). - BFB-Bericht 78: 31-46.

KLEINERT, H. (1992): Entwicklung eines Biotopbewertungskonzeptes am Beispiel der Saltatoria (Orthoptera). - Articulata, Beihefte 1: 1-117.

KOCÁREK, P., HOLUSA, J. & VIDLICKA, L. (1999): Check-list of Blattaria, Mantodea, Orthoptera und Dermaptera of the Czech and Slovak Republics. - Articulata 14(2): 177-184.

LANDMANN, A. (1993): Die Heuschrecken der Nordtiroler Trockenrasen. Eine Grundlagenstudie im Auftrag der Tiroler Landesregierung. Innsbruck; 182 S.

LAZAR, R. (1978): Kleinklimatische Beobachtungen der Temperatur, der Talnebel und der Föhnfälle mit besonderer Berücksichtigung des Temperaturminimums und der Früh- und Spätfröste in der Südweststeiermark (Gleinztalriedelland und Sausal). Diss. Univ. Graz; 448 S.

LORENZ, R. J. (1992): Grundbegriffe der Biometrie. Gustav Fischer Verlag Stuttgart – Jena; 241 S.

MAURER, W. (1981): Die Pflanzenwelt der Steiermark. Verlag für Sammler, Graz; 147 S.

MÜHLENBERG, M. (1993): Freilandökologie. 3. Aufl., Quelle & Meyer, Heidelberg-Wiesbaden; 512 S.

NAGY, B. & RÁCZ, I. (1996): Orthopteroid insects in the Bükk Mountain. In: The Fauna of the Bükk National Park S. 95-123.

NAGY, B. (1983): A Survey of the Orthoptera fauna of the Hortobágy National Park. In: Mahunka, S. (Hrsg.): The fauna of the Hortobágy National Park. Akadémiai Kiadó, Budapest, S. 81-117.

NAGY, B. (1990): Orthopteroid insects (Orthoptera, Mantodea, Blattodea, Dermaptera) of the Bátorliget Nature Reserves (NE Hungary) (an ecofaunistic account). The Bátorliget Nature Reserves – after forty years, 295-318.

NAGY, B. (1997): Orthoptera species and assemblages in the main habitat types of some urban areas in the Carpathian Basin. - Biologia, Bratislava, 52(2): 233-240.

PUNGUR, G. (1891): A Magyarországi Tücsökfélék Természetrajza (Histoire naturelle des Grillides de Hongrie). Kiadja a Kir. Magyar Természettudományi Társulat, Budapest; 79 S.

RAMME, W. (1951): Zur Systematik, Faunistik und Biologie der Orthopteren von Südost-Europa und Vorderasien. Akademie-Verlag, Berlin; 431 S.

REDTENBACHER, J. (1900): Dermatopteren und Orthopteren (Ohrwürmer und Geradflügler) von Österreich-Ungarn und Deutschland. Carl Gerold's Sohn, Wien; 148 S.

ROLLER, H. (1936): Faunistisch-ökologische Studien an den Lößwänden der Südostabhänge des Bisamberges. - Zschr. Morph. Ökol. Tiere 31: 294-327.

SAUERZOPF, F. (1959): Die Orthopteren des Neusiedlerseeraumes. Landschaft Neusiedlersee: Grundriß der Naturgeschichte des Großraumes Neusiedlersee. Eisenstadt; S. 147-151.

THORENS, P. & NADIG, A. (1997): Atlas de Distribution des Orthoptères de Suisse. - Centre suisse de cartographie de la faune, Neuchâtel; 236 S.

US, P. A. (1967): Catalogus Faunae Jugoslaviae. Orthopteroidea. Academia Scientiarum et Artium Slovenica, Ljubljana; 47 S.

US, P. A. (1971): Beitrag zur Kenntnis der Orthopteren-Fauna (Saltatoria) von Slowenien. - Beitr. Ent. 21: 5-31.

US, P. A. (1992): Favna ortopteroidnih insektov Slovenije - Fauna of Orthopteroidea in Slovenia. - Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Ljubljana; 314 S.

WAKONIGG, H. (1978): Witterung und Klima der Steiermark. Verlag für die Technische Universität Graz; 473 S.

WARTNER, H. (1983): Steinbrüche vom Menschen geschaffene Lebensräume. Landschaftsökologie Weihenstephan, Freising; 67 S.

WERNER, F. (1932): Die Orthopteren (Geradflügler) des nördlichen Burgenlandes. - Burgenländ. Heimatbl. 1: 103-106.

ZECHNER, L. (1999): Verbreitung und Biologie der Östlichen Grille *Modicogryllus frontalis* (FIEBER, 1844) in der Steiermark mit Berücksichtigung der Heuschreckenfauna ausgewählter Fundorte. - Diss. Univ. Graz, 263 pp.